Vorträge.

Über Sacharometer, deren Anfertigung und Prüfung.

Von Dr. J. J. Pohl.

(Mit I Tafel.)

Die Sacharometer, ursprünglich bloss dazu bestimmt, den Zuckergehalt reiner Lösungen von Zucker in Wasser schnell und dennoch hinreichend genau zu ermitteln, haben seit wenig Jahren eine so wichtige und vielfältige Anwendung in mehreren Industriezweigen gefunden, dass eine möglichst richtige, den Anforderungen der Wissenschaft sowie denen der Industrie genügende Construction derselben nicht nur wünschenswerth, sondern auch nothwendig ist. Leider entsprechen viele der jetzt im Gebrauche befindlichen Instrumente nicht den eben ausgesprochenen Bedingungen, um so weniger als nur die Minderzahl der Industriellen das Sacharometer zu prüfen, sowie richtig zu gebrauchen versteht und sich daher mit sehr unvollkommenen Instrumenten begnügt.

Die folgenden Zeilen bezwecken aus den bisherigen wichtigeren Arbeiten über Sacharometer, sichere Anhaltspunkte zur Construction genauer Sacharometer-Scalen zu gewinnen, dann aber auch die Anforderungen bekannt zu geben, welche Wissenschaft und Praxis an ein gutes Sacharometer stellen, und denen genügt werden soll. Es war somit mein Zweck nach besten Kräften in Betreff der Sacharometer eine ähnliche Arbeit zu liefern, wie sie für Alkoholometer von Prof. von Stampfer vorliegt [1]. Eine Anführung der verschiedenen Zwecke, zu denen das Sacharometer dienen kann, sowie den dabei nöthigen Reductionen etc., konnte ich hier füglich übergehen, da wir in dieser Beziehung bereits ein sehr vollständiges Werk von Balling besitzen [2].

Wenn ich auch viel schon Bekanntes anführe, so mag dies durch den Umstand entschuldiget sein, dass häufig selbst Jene, von welchen klare Einsicht in diesen Gegenstand erwartet werden kann, dieselbe

[1]) Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. 3. Bd., S. 237.

[2]) Balling, Die sacharometrische Bier- und Branntwein-Meischprobe. gr. 8°. Prag 1846.

nicht immer besitzen, und dass bei der Einrichtung, Verfertigung, Prüfung und Handhabung der Sacharometer eben wieder aus Unkenntniss noch manche Missgriffe stattfinden.

§. 1. Das Sacharometer ist dem Wesen nach ein Scalen-Aräometer zur Prüfung specifisch schwererer Flüssigkeiten als das Wasser, welches also in einer derartigen Flüssigkeit um so weniger einsinkt, ein je grösseres specifisches Gewicht sie besitzt. Beim Lösen fester Körper im Wasser nimmt aber bis zu einer bestimmten Grenze, dem Sättigungspunkte, die Dichte der Flüssigkeit zu, entweder genau proportional der gelösten Menge des festen Körpers, oder wie die Erfahrung zeigt, auf eine andere Weise derart, dass für jede solche Lösung nach einem theils theoretisch, theils empirisch ableitbaren Gesetze, aus der Dichte der Flüssigkeit ein Schluss auf ihren Gehalt an dem festen Körper, oder mit anderen Worten deren Concentration gezogen werden kann.

Sind die Dichten bekannt, welche bestimmten Zuckerlösungen entsprechen, so vertritt also jedes Scalen-Aräometer, das unmittelbar Dichten angibt, die Stelle eines Sacharometers. Allein für den Gebrauch erscheint es bequemer, wenn das zur Prüfung zuckerhältiger Flüssigkeiten bestimmte Instrument nicht bloss Dichten, sondern auch die denselben entsprechenden Gewichtsprocente an Zucker angibt, weil man so den, durch häufige Interpolation lästigen, Gebrauch einer Hülfstafel erspart. Diese unmittelbar Zucker-Gewichtsprocente an der Scale angebenden Aräometer sind es, welche man Sacharometer im engsten Sinne des Wortes nennt.

Wie eben erwähnt, setzt die Anfertigung eines Sacharometers eine Tabelle voraus, welche vergleichsweise die Dichten mit den ihnen zukommenden Zuckerprocenten in nicht zu grossen Intervallen enthält. Versuche zeigten, dass die Procentgehalte von Zuckerlösungen nicht genau proportional den Dichtenzunahmen seien, es mussten also die in Rede stehenden Vergleichstafeln auf empirischem Wege construirt werden, welcher ebenso zeitraubenden als viele Vorsichtsmassregeln erforderlichen Arbeit sich Mehrere unterzogen, ohne jedoch vollkommen übereinstimmende Resultate zu erlangen, wenn sich auch die erhaltenen Unterschiede im Allgemeinen als geringfügig herausstellen.

Bevor ich zu diesen Resultaten der verschiedenen Experimentatoren übergehe, muss ich auf einen Umstand aufmerksam machen,

welcher meines Erachtens noch viel zu wenig Berücksichtigung fand. Alle bisher angestellten Vergleichungen der Dichten mit den Zuckerprocenten sind nämlich mit Lösungen von reinem Rohrzucker $C_{12}\,H_{11}\,O_{11}$ angestellt, welchem nach Joule und Plaifair's Versuchen [1]) bei 3°9 C. die Dichte 1·593, nach Anderen ohne weiterer Temperatursangabe 1·6065 entspricht. In den Gewerben wendet man aber das Sacharometer nicht nur zur Prüfung von Flüssigkeiten, die bloss Rohrzucker enthalten, sondern auch solcher an, in denen Gemenge von Rohrzucker mit anderen Zuckerarten und diese selbst mit Amidulin, Dextrin, Hopfenextract etc. gemischt vorkommen.

Da nun die Dichte des

Stärkezuckers	1·386 bis 1·391
Milchzuckers.........	1·534 bei 3°9 C.
Amidulins	1·25

beträgt, also wesentlich von der des Rohrzuckers differirt, auf welche strenge genommen die Angaben des Sacharometers sich allein beziehen, so ist leicht einzusehen, dass die Lösungen letztgenannter Substanzen im Wasser, bei gleichem Procentgehalte im Vergleiche zu Rohrzucker, unmöglich gleichen Dichten entsprechen können. Wenn man sonach das auf die bisherigen Vergleichungen der Dichten mit den Procenten an Rohrzucker basirte Sacharometer zur Ermittelung des Zuckergehaltes von Flüssigkeiten verwendet, welche wie z. B. die Bierwürze keinen Rohrzucker sondern nur Stärkezucker nebst Dextrin, Hopfenextract etc. enthalten, so geschieht dies unter der Annahme, dass solche Lösungen bezüglich der Procentgehalte und Dichten sich nahezu gleich Rohrzuckerlösungen verhalten, welche Voraussetzung jedoch wie Ure's [1]) und Bate's [2]) Versuche andeuten unrichtig ist. Liefern einzelne Wägungen gleiche Resultate wie reine Rohrzucker-Lösungen, so liegt der Grund davon in der zufälligen Compensirung der Dichten von Lösungen dreier und noch mehr gemengter Körper.

---

[1]) The Quarterly Journal of the Chemical-Society of London. I. pag. 121.

[2]) A Dictionary of arts, manufactures and mines. Third Edition by Dr. A. Ure. gr. 8⁰· London 1846, pag. 100.

[3]) Ure: Recent Improvements in arts, manufactures and mines. gr. 8⁰· London 1851, p. 211.

Dieser Umstand darf beim Gebrauche des Sacharometers in der Bierbrauerei, Branntweinbrennerei, bei der Hefenbereitung etc., niemals ausser Acht gelassen werden, weil sich dadurch selbst bei Verwendung eines für Rohrzuckerlösungen richtig verfertigten Instrumentes unter gewissen Verhältnissen nicht unerhebliche Fehler einschleichen können. Indess da trotz des fühlbaren Mangels nicht einmal für Stärkezucker-Lösungen besondere Vergleichstabellen der Dichten mit den Zuckerprocenten veröffentlicht wurden, so erscheint es noch immerhin besser, durch das Sacharometer annähernde Erhebungen des Zuckergehaltes der Würzen, Meischen etc., vorzunehmen, als derselben ganz zu entbehren.

§. 2. Die genauesten Vergleichungen der Dichten mit den Procent-Gehalten von Rohrzucker-Lösungen lieferten Niemann, Payen, Balling, Ure, Bate und Steinheil, eine andere bis jetzt noch nicht veröffentlichte Arbeit führte Major Pecher aus [1]). Da bekanntlich Flüssigkeiten ihre Dichten oft ziemlich bedeutend ändern, wenn deren Temperatur nur um ein Geringes zu oder abnimmt, was auch für Zuckerlösungen gilt, so muss nicht nur die Temperatur genau bekannt sein, bei der die gewünschte Vergleichung erfolgt, sondern sie muss auch constant eingehalten oder bei der Zusammenstellung auf ein und dieselbe reducirt werden. Leider wählten nicht alle Experimentatoren ein und dieselbe Temperatur zur Normalen, allein darin stimmen wenigstens Alle überein, dass sie bei der benutzten Normaltemperatur die Dichte des Wassers gleich der Einheit setzen.

Die Resultate der Versuche obgenannter Forscher sind nun Folgende:

Niemann's Tabelle zur Vergleichung der Dichten mit den Procentgehalten wässeriger Zuckerlösungen bei 17°5 C. [2]).

---

[1]) Da mir Herr Major Pecher seine Resultate mit der Erlaubniss mittheilte, selbe beliebig zu benützen, so nehme ich keinen Anstand sie hier mitzutheilen.

[2]) Entnommen aus Böttger's polytechnischem Notizenblatt. 7. Bd. p. 31.

Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten
0	1·0000	24	1·1010	48	1·2209
1	1·0035	25	1·1056	49	1·2265
2	1·0070	26	1·1103	50	1·2322
3	1·0106	27	1·1150	51	1·2378
4	1·0143	28	1·1197	52	1·2434
5	1·0179	29	1·1245	53	1·2490
6	1·0215	30	1·1293	54	1·2546
7	1·0254	31	1·1340	55	1·2602
8	1·0291	32	1·1388	56	1·2658
9	1·0328	33	1·1436	57	1·2714
10	1·0367	34	1·1484	58	1·2770
11	1·0410	35	1·1533	59	1·2826
12	1·0456	36	1·1582	60	1·2882
13	1·0504	37	1·1631	61	1·2938
14	1·0552	38	1·1681	62	1·2994
15	1·0600	39	1·1731	63	1·3050
16	1·0647	40	1·1781	64	1·3105
17	1·0693	41	1·1832	65	1·3160
18	1·0738	42	1·1883	66	1·3215
19	1·0784	43	1·1935	67	1·3270
20	1·0830	44	1·1989	68	1·3324
21	1·0875	45	1·2043	69	1·3377
22	1·0920	46	1·2098	70	1·3430
23	1·0965	47	1·2153		

Payen's Tabelle [1]) giltig für 15° C. ist:

Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten
3·2	1·01500	15·3	1·07438	41·6	1·20000
3·3	1·01800	18·1	1·08910	45·4	1·22222
4·8	1·02205	22·2	1·11111	50·0	1·25786
6·4	1·03000	28·5	1·14754	52·6	1·26666
9·5	1·04500	33·3	1·17072	55·5	1·28113
11·7	1·05590	35·7	1·17647	58·8	1·29793
13·3	1·06383	38·4	1·18721	62·5	1·32231
				66·6	1·34529

Balling [2]) ermittelte bei 17°5 C.

Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten
0	1·0000	6	1·0240	12	1·0488
1	1·0040	7	1·0281	13	1·0530
2	1·0080	8	1·0322	14	1·0572
3	1·0120	9	1·0363	15	1·0614
4	1·0160	10	1·0404	16	1·0657
5	1·0200	11	1·0446	17	1·0700

[1]) Dumas, Cours de Chimie appliquée aux arts. Tome VI, pag. 264.

[2]) Balling, Gährungs-Chemie 1. Bd., Prag 1845, pag. 117.

Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten
18	1·0744	37	1·1641	56	1·2667
19	1·0788	38	1·1692	57	1·2725
20	1·0832	39	1·1743	58	1·2783
21	1·0877	40	1·1794	59	1·2841
22	1·0922	41	1·1846	60	1·2900
23	1·0967	42	1·1898	61	1·2959
24	1·1013	43	1·1951	62	1·3019
25	1·1059	44	1·2004	63	1·3079
26	1·1106	45	1·2057	64	1·3139
27	1·1153	46	1·2111	65	1·3199
28	1·1200	47	1·2165	66	1·3260
29	1·1247	48	1·2219	67	1·3321
30	1·1295	49	1·2274	68	1·3383
31	1·1343	50	1·2329	69	1·3445
32	1·1391	51	1·2385	70	1·3507
33	1·1440	52	1·2441	71	1·3570
34	1·1490	53	1·2497	72	1·3633
35	1·1540	54	1·2553	73	1·3696
36	1·1590	55	1·2610	74	1·3760
				75	1·3824

Steinheil [1]) verglich bei 15°5 C.; an seinen Resultaten muss eine Correction angebracht werden [2]), wornach man erhält:

Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten
0	1·000000	7	1·027831	14	1·057311
1	1·003854	8	1·031956	15	1·061611
2	1·007750	9	1·036114	16	1·065924
3	1·011688	10	1·040304	17	1·070248
4	1·015666	11	1·044522	18	1·074578
5	1·019684	12	1·048764	19	1·078912
6	1·023740	13	1·053028	20	1·083247

Ure's [4]) Vergleichstafel für 15°5 C. ist:

Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten
10·000	1·0395	21·740	1·0905	31·250	1·1340
12·500	1·0500	25·000	1·1045	33·333	1·4400
16·666	1·0635	26·316	1·1110	40·000	1·1777
20·000	1·0820	29·412	1·1250	50·000	1·2310
				66·666	1·3260

[1]) Steinheil, Gehaltprobe für Biere. 4⁰· München 1847.

[2]) Pohl, Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. IV. Bd., zweite Abtheilung. pag. 141.

[3]) Ure, Recent Improvements in arts, manufactures and mines, pag. 210.

Pecher endlich stellte seine Versuche mit Raffinat-Zucker aus der vor einigen Jahren in Wien bestandenen Raffinerie Bonet de Bayard an, der Zucker war vorher getrocknet und die Dichten wurden von 5 zu 5 Procenten durch Abwägungen mittelst eines Glastropfens direct bestimmt. Er erhielt bei der Normaltemperatur 17°5 C.

Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten	Zucker-Procente	Dichten
0	1·0000	20	1·0824	40	1·1778
1	1·0037	21	1·0869	41	1·1829
2	1·0075	22	1·0915	42	1·1881
3	1·0114	23	1·0961	43	1·1933
4	1·0153	24	1·1007	44	1·1986
5	1·0192	25	1·1053	45	1·2039
6	1·0232	26	1·1099	46	1·2092
7	1·0272	27	1·1146	47	1·2145
8	1·0313	28	1·1192	48	1·2198
9	1·0355	29	1·1239	49	1·2251
10	1·0397	30	1·1286	50	1·2304
11	1·0438	31	1·1333	51	1·2358
12	1·0480	32	1·1380	52	1·2413
13	1·0521	33	1·1429	53	1·2468
14	1·0563	34	1·1477	54	1·2524
15	1·0606	35	1·1526	55	1·2580
16	1·0649	56	1·1575	56	1·2636
17	1·0692	37	1·1625	57	1·2694
18	1·0736	38	1·1676	58	1·2752
19	1·0780	39	1·1727	59	1·2812
				60	1·2872

Die von Bate [1]) gegebene Tabelle theile ich hier nicht mit, da dessen Vergleichungen der Dichten mit den Zuckerprocenten sich nur bis zur dritten Decimale erstrecken.

§. 3. Eine genaue Vergleichung der hier gegebenen Resultate ist jedoch nur möglich, wenn alle auf dieselbe Einheit und Normaltemperatur reducirt sind. Um diese so wünschenswerthe Reduction vornehmen zu können, müssen ausser den Dichtenänderungen des reinen Wassers bei verschiedenen Temperaturen, auch die für Zuckerlösungen gegeben sein. Ausser Balling [2]), der die Dichtenänderung einer zwölfprocentigen zuckerhältigen Flüssigkeit für Ein Grad R. und Ventzke [3]), der eine Zuckerlösung von 1·1056 Dichte

---

[1]) Ure, Recent Impr. etc. S. 210.

[2]) Balling, Supplement zur Gährungs-Chemie, S. 81.

[3]) Journal für praktische Chemie. 28. Bd., S. 101.

bei 17°5 C. gleich 24·94 Procenten nach Balling, bei verschiedenen Temperaturen prüfte, hat nur noch Steinheil [1]) hierauf bezügliche Versuche angestellt, aus welchen ich bis zu 25 Procenten, die Daten der folgenden Tabelle für die Änderungen der Dichten für Ein Grad C. Temperatur-Unterschied von Zuckerlösungen, die Dichte des Wassers bei 15° C. gleich Eins gesetzt, ableitete.

Dichten	Änderung für 1° C.	Dichten	Änderung für 1° C.
1·0038	0·000039	1·0573	0·000077
1·0077	0·000040	1·0616	0·000084
1·0116	0·000042	1·0659	0·000091
1·0156	0·000043	1·0702	0·000101
1·0196	0·000046	1·0745	0·000115
1·0237	0·000048	1·0789	0·000136
1·0278	0·000050	1·0832	0·000166
1·0319	0·000053	1·0878	0·000204
1·0361	0·000056	1·0924	0·000255
1·0403	0·000059	1·0971	0·000317
1·0445	0·000063	1·1018	0·000397
1·0487	0·000067	1·1066	0·000473
1·0530	0·000072		

Obschon diese Tabelle strenge nur für Zuckerlösungen unter den genannten Bedingungen gültig ist, so kann man dieselbe doch auch zur Reduction solcher Dichtenangaben auf die Normaltemperatur gebrauchen, welche sich nicht auf die Dichte des Wassers bei 15° C. gleich der Einheit, sondern auf eine diesem Normale naheliegende Temperatur beziehen. Eine kleine Überlegung zeigt nämlich, dass in diesem Falle nur die Unterschiede in den Differenzen der Dichtenänderungen für Ein Grad C. zu berücksichtigen sind, welche bei der Kleinheit letzterer fast verschwindend erscheinen.

Zur Reduction der oben gegebenen Tafeln auf ein und dieselbe Normaltemperatur behufs des Vergleiches, wurde die vorstehende Tabelle benutzt, durch deren Gebrauch, wenn man die Daten der Bequemlichkeit halber auf 17°5 C. reducirt, nur ein kleiner erst in der fünften Decimalstelle merklichen Einfluss ausübender Fehler begangen wird. Leider liess sich diese Reduction des geringen Umfanges der Reductionstafel wegen nur bis zu 25 Procenten durchführen.

---

[1]) Steinheil, die optische Bierprobe. 4°. München, 1847, S. 38.

Payen gibt seine Daten für 15° C. Vor der Reduction derselben auf eine andere Normaltemperatur müssen des bequemen Vergleiches halber die den ganzen Zuckerprocenten entsprechenden Dichten ermittelt werden. Man erhält sonach mit hinreichender Genauigkeit:

Zucker-Procente	Dichten bei 15° C.	Zucker-Procente	Dichten bei 15° C.
3	1·01421	13	1·06254
5	1·02285	15	1·07308
6	1·02836	18	1·08867
10	1·04710	22	1·11021
12	1·05717		

Zur Reduction dieser Dichten auf die Normaltemperatur 17°5 C., dabei die Dichte des Wassers gleich der Einheit gesetzt, dient die Gleichung:

$$\Delta = (\delta - 2\cdot 5\, x)\frac{d}{d'} = (\delta - 2\cdot 5\, x)\,(1 + 0\cdot 000396),$$

in welcher Δ die auf 17°5 C. reducirten Dichten, δ die bei 15° geltenden, x die Änderung bedeutet, welche in der Dichte einer zuckerhältigen Flüssigkeit durch Ein Grad Temperatur-Unterschied hervorgebracht wird; d und d' endlich bezeichnen die Dichten des Wassers bei 15° und 17°5 C.

Man erhält nun mittelst der eben gegebenen Gleichung folgende Tabelle zur Vergleichung der Dichten mit den Zucker-Gewichtsprocenten nach Payen bei 17°5 C., die Dichte des Wassers dabei gleich der Einheit.

Zucker-Procente	Dichten bei 15°7 C.	Zucker-Procente	Dichten bei 15°7 C.
3	1·0145	13	1·0628
5	1·0231	15	1·0733
6	1·0286	18	1·0894
10	1·0474	22	1·1100
12	1·0574		

Ure und Steinheil geben ihre Tafeln für das Normale 15°5 C. Die Reduction auf die Normaltemperatur 17°5 C. geschieht, wenn

Δ und x im obigen Sinne genommen, δ' die Dichten Steinheil's oder Ure's bedeutet, ferner d_1 und d' die Dichten des reinen Wassers bei 15°5 und 17°5 C. sind, nach

$$\Delta = (\delta' - 2x)\frac{d_1}{d'} = (\delta' - 2x)(1 + 0\cdot00032).$$

Man erhält also nach erfolgter Reduction auf ganze Zuckerprocente folgende Tabelle zur Vergleichung der Dichten mit den Zuckerprocenten bei 17·5° C. nach Ure.

Zucker-Procente	Dichten bei 15° C.	Zucker-Procente	Dichten bei 15° C.
10	1·0394	20	1·0820
12	1·0481	22	1·0915
17	1·0650	25	1·1039

Tabelle zur Vergleichung der Dichten mit den Zuckerprocenten bei 17°5 C. nach Steinheil.

Zucker-Procente	Dichten bei 15° C.	Zucker-Procente	Dichten bei 15° C.
1	1·0041	11	1·0447
2	1·0078	12	1·0490
3	1·0119	13	1·0532
4	1·0159	14	1·0575
5	1·0199	15	1·0618
6	1·0240	16	1·0661
7	1·0281	17	1·0704
8	1·0322	18	1·0747
9	1·0363	19	1·0790
10	1·0405	20	1·0833

Aus den so eben angeführten Tabellen und deren Vergleich mit denen Balling's, Pecher's und Niemann's ergibt sich, dass die gleichen Zuckerprocenten entsprechenden Dichten Balling's und Steinheil's fast vollkommen übereinstimmen, während sich die übrigen wie folgende Vergleichstafel zeigt, davon mehr oder weniger entfernen. Diese Tafel enthält die Dichten Balling's als Ausgangspunkt der Vergleichung, dann aber bloss die Differenzen der, gleichen Procentgehalten entsprechenden Dichten der anderen Beobachter, gegen die Zahlen Balling's in Einheiten der vierten Decimale ausgedrückt.

Zucker-Procente	Dichten, Balling	Unterschiede der Dichten.				
		Niemann.	Payen.	Pecher.	Steinheil.	Ure.
1	1·0040	— 4		— 3	+ 1	
2	1·0080	— 10		— 5	— 2	
3	1·0120	— 14	+ 25	— 6	— 1	
4	1·0160	— 17		— 7	— 1	
5	1·0200	— 21	+ 31	— 8	— 1	
6	1·0240	— 25	+ 46	— 8	0	
7	1·0281	— 27		— 9	0	
8	1·0322	— 31		— 9	0	
9	1·0363	— 35		— 8	0	
10	1·0404	— 37	+ 70	— 7	+ 1	— 10
11	1·0446	— 36		— 8	+ 1	
12	1·0488	— 32	+ 86	— 8	+ 2	— 7
13	1·0530	— 26	+ 98	— 9	+ 2	
14	1·0572	— 20		— 9	+ 3	
15	1·0614	— 14	+119	— 8	+ 4	
16	1·0657	— 10		— 8	+ 4	
17	1·0700	— 7		— 8	+ 4	— 50
18	1·0744	— 6	+150	— 8	+ 3	
19	1·0788	— 4		— 8	+ 2	
20	1·0832	— 2		— 8	+ 1	— 12
21	1·0877	— 2		— 8		
22	1·0922	— 2	+178	— 7		— 7
23	1·0967	— 2		— 6		
24	1·1013	— 3		— 6		
25	1·1059	— 3		— 6		— 20
26	1·1106	— 3		— 7		
27	1·1153	— 3		— 7		
28	1·1200	— 3		— 8		
29	1·1247	— 2		— 8		
30	1·1295	— 2		— 9		
31	1·1343	— 3		— 10		
32	1·1391	— 3		— 11		
33	1·1440	— 4		— 11		
34	1·1590	— 6		— 13		
35	1·1540	— 7		— 14		
36	1·1590	— 8		— 15		
37	1·1641	— 10		— 16		
38	1·1692	— 11		— 16		
39	1·1743	— 12		— 16		
40	1·1794	— 13		— 16		
41	1·1846	— 14		— 17		
42	1·1898	— 15		— 17		
43	1·1951	— 16		— 18		
44	1·2004	— 15		— 18		
45	1·2057	— 14		— 18		
46	1·2111	— 13		— 19		
47	1·2165	— 12		— 20		
48	1·2219	— 10		— 21		
49	1·2274	— 9		— 23		
50	1·2329	— 7		— 25		
51	1·2385	— 7		— 27		

Zucker-Procente	Dichten, Balling	Unterschiede der Dichten.				
		Niemann.	Payen.	Pecher.	Steinheil.	Ure.
52	1·2441	— 5		— 28		
53	1·2497	— 7		— 29		
54	1·2553	— 7		— 29		
55	1·2610	— 8		— 30		
56	1·2667	— 9		— 31		
57	1·2725	— 11		— 31		
58	1·2783	— 13		— 31		
59	1·2841	— 15		— 29		
60	1·2900	— 18		— 28		
61	1·2059	— 21				
62	1·3019	— 25				
63	1·3079	— 29				
64	1·3139	— 34				
65	1·3199	— 39				
66	1·3260	— 45				
67	1·3321	— 51				
68	1·3383	— 59				
69	1·3445	— 68				
70	1·3507	— 77				

Nur von den Versuchen Balling's und Steinheil's weiss man mit Gewissheit, dass sie mit der bei ähnlichen Versuchen nöthigen Sorgfalt angestellt sind, so dass sie desswegen und ihrer übereinstimmenden Resultate halber, mit aller Beruhigung der Construction von Sacharometern zu Grunde gelegt werden können. Jedes gute Sacharometer muss daher entweder nach Balling's oder Steinheil's Vergleichstabelle graduirt sein.

Wahl der Normaltemperatur für Sacharometer.

§. 4. Die richtige Wahl der Normaltemperatur für sacharometrische Angaben ist vom äussersten Belange, wenn nicht ebendadurch ein Zwiespalt der Theorie und Praxis herbeigeführt, und für letztere auf lange Zeit, wenn kein Rückschritt, so doch wenigstens eine Art von Stillstand herbeigeführt werden soll.

Man ist jetzt fast allgemein übereingekommen, zum wissenschaftlichen Gebrauche alle bei beliebigen Temperaturen gemachten Beobachtungen der Dichten etc., auf die Temperatur von 0° C., die von 4° C. als der grössten Dichte des Wassers, oder endlich die von 15° C. als nahezu der mittleren Lufttemperatur in der gemässigten Zone zurückzuführen. Letztere Temperatur wird besonders häufig gebraucht, und bei weitem die Mehrzahl der neueren Unter-

suchungen über die Dichten von Flüssigkeiten und festen Körpern beziehet sich auf das Normale von 15° C. oder wenigstens eine nicht viel davon verschiedene Temperatur, dabei die Dichte des Wassers gleich Eins gesetzt. In diesem Sinne genommen, ist Payen's Vergleichstabelle der Dichten mit den Zucker-Gewichtsprocenten an die Spitze aller übrigen zu stellen, der sich zunächst die von Steinheil und Ure anschliessen, während die anderen Tabellen eine jetzt im wissenschaftlichen Gebrauche veraltete, zu Anfang unseres Jahrhundertes noch sehr gebräuchliche Normaltemperatur zur Basis enthalten, welche ausser in Österreich, selbst in der Praxis kaum mehr benutzt wird.

In naher Beziehung zu den Sacharometern stehen aber auch die Alkoholometer. Für diese ist fast durchgehends gesetzlich die Normaltemperatur von 15° C. oder eine nahe daran liegende angenommen. So

in den vereinigten Staaten von Amerika .... 15°5 C.
„ Frankreich .... 15° „
„ England .... 15°5 „
„ Bayern .... 15°5 „
„ Preussen .... 15°6 „
„ Österreich .... 15° „

Es wäre somit sehr wünschenswerth, wenn wenigstens in Österreich die Normaltemperatur für Sacharometer ebenfalls auf 15° C., dabei die Dichte des Wassers gleich der Einheit festgestellt würde.

Noch mehr fällt die Zweckmässigkeit der Wahl dieser Normaltemperatur bei Berücksichtigung des Gebrauches der Sacharometer in der Industrie in die Augen. Das Sacharometer ist nämlich vorzugsweise benutzt:

1. Zur Prüfung der Concentration zuckerhältiger Flüssigkeiten überhaupt.

2. Zur Ermittelung des Würzegehaltes in den Brauereien und zur genauen Verfolgung des Gährungsverlaufes.

3. Zur Untersuchung des Zuckergehaltes etc., der Branntwein-Meischen vor, während und nach der Gährung.

4. Bei der Presshefen-Fabrikation.

5. Bei der Weinbereitung.

Für den ersten Zweck erscheint als zweckmässigste Normaltemperatur jene, welche sich der mittleren Temperatur der Luft in

den verschiedenen Localitäten am meisten nähert, weil sich sehr häufig dann ohne Vornahme, wenn auch leichter so doch immer lästiger Reductionen, die unmittelbar am Instrumente abgelesenen Daten benutzen lassen.

Ad. 2. Man erkennt immer mehr, dass die Untergährung die entsprechendste für Bierwürzen sei, da nur durch diese bei allen übrigen Eigenschaften eines guten Bieres grosse Haltbarkeit erzielt werden kann. In allen besser eingerichteten sowie grösseren Brauereien ist daher jetzt die Untergährung fast ausschliesslich in Anwendung, und wenn dies in einzelnen Land- und Winkelbrauereien noch nicht der Fall ist, so kann dieser Umstand gewiss nicht als für die Obergährung sprechend angesehen werden; im Gegentheile lässt sich voraussehen, dass in verhältnissmässig kurzer Zeit die Untergährung selbst in den kleineren Brauereien und denen des flachen Landes allgemein Platz greifen wird. Nun erscheint aber die Untergährung nur bei möglichst niedriger Temperatur, zwischen 6 und 15° C. durchführbar; der Brauer, das Sacharometer zur Prüfung der Würzen vor und während der Untergährung benutzend und aus dessen Angaben Resultate ziehend, hat daher meistentheils auch Flüssigkeiten mit einer Temperatur von 6 bis 15° C. zu prüfen. Er wird desto bequemer und genauer die Prüfung vornehmen, je kleiner die anzubringende Reduction von der beobachteten Temperatur der Flüssigkeit auf die des Normales ist. Dieses tritt nur bei 15° C. als Normaltemperatur ein, während eine höhere z. B. 17°5 C. sich zwar für die immer mehr und mehr in den Hintergrund gedrängte Obergährung etwas vortheilhafter herausstellen kann, für Untergährung jedoch entschieden zu hoch erscheint und eben wegen der Grösse der vorzunehmenden, nicht absolut richtigen Reduction, Nachtheile mit sich bringt.

Ad. 3. Auch in den Branntweinbrennereien schwankt besonders in der kälteren Jahreszeit, in welcher der eigentliche Betrieb Statt findet, die Temperatur der Meische, vor und nach, ja selbst während der Gährung meistens zwischen 14 und 18° C., daher auch der Brenner sein Sacharometer am liebsten für 15° C. normirt haben will.

Ad. 4. Für die Benutzung des Sacharometers bei der Presshefen-Erzeugung, wo wegen der nöthigen stürmischen (wilden) Gährung bei einer höheren Temperatur der Flüssigkeit als 15° mit Hefe gestellt und vergohren werden muss, mag bei dem ersten Anblick

17·5 C. als vortheilhaftere Normaltemperatur erscheinen, allein es bleibt noch ein anderer Umstand zu berücksichtigen, welcher von äusserster Wichtigkeit ist, da es sich gerade hier um die möglichst weite Verbreitung des auf theoretischem Wege Gefundenen in der Praxis handelt. Wie erwähnt stehen Sacharometer und Alkoholometer in enger Beziehung, sie verhalten sich zu einander wie Scalen-Aräometer für specifisch schwerere Flüssigkeiten als das Wasser, zu solchen für specifisch leichtere Flüssigkeiten. Bei der Gährung von Branntwein- und Hefenmeischen erhält der Industrielle dadurch ein klares Bild von dem für ihn so wichtigen Verlauf der Gährung, dass er zu ermitteln sucht, wie viel Zucker nach bestimmten Zeiträumen zersetzt und wie viel daraus Alkohol gebildet wurde, was er entweder in absoluten Zahlenwerthen ausgedrückt oder bloss relativ erfahren kann. Das Sacharometer gibt ihm eben dazu die Mittel an die Hand, es ist sonach nicht bloss Controlmittel für das Überwachungs-Personale, sondern sein Hauptzweck besteht wohl darin, dem Fabrikanten als Leiter und Rathgeber zu dienen. Nun treten aber Fälle ein, wo die Vergährung so vollständig wird, dass scheinbar aller Zucker zersetzt ist und das Sacharometer über den Nullpunkt der Scale in die zu prüfende Flüssigkeit einsinkt. Jetzt reicht das Sacharometer nicht mehr aus, man muss zum Alkoholometer greifen, das ebenso wie das zweckmässig construirte Sacharometer neben den Procenten auch noch die denselben entsprechenden Dichten enthalten soll. Bei dieser Einrichtung bildet, wenn beide Instrumente für dieselbe Normaltemperatur gelten, die Scale des einen die Fortsetzung der Dichtenscale des anderen, und der Praktiker kann mit Leichtigkeit den Fortgang und Schluss der Gährung am Alkoholometer beobachten, während er beim Antritt und während des ersten Stadiums derselben das Sacharometer benöthigte. Aber selbst für noch andere Fälle sind Alkoholometer und Sacharometer in den Brennereien, Hefenfabriken etc. unerlässlich, es wird also höchst wünschenswerth, dass beide Instrumente auf ein und dieselbe Einheit, nämlich die Dichte des Wassers bei gleicher Temperatur bezogen werden.

Sind zufällig Sacharometer und Alkoholometer nicht auf gleiche Normaltemperatur basirt, so werden allerdings beide Instrumente noch zu amtlichen Erhebungen behufs etwaiger Besteuerung geistiger Getränke tauglich sein, allein der Hauptvortheil derselben für den

Industriellen, durch selbe Einsicht in seine Prozesse zu gewinnen und dadurch Verbesserungen in seinem Verfahren einführen zu können, wird eben der jetzt nöthigen lästigen Reductionen wegen grösstentheils vereitelt. Es liegt daher im Interesse jedes Fabrikanten, dem es um die Vervollkommnung seines Geschäftes zu thun ist, Sacharometer und Alkoholometer auf gleiche Normaltemperatur bezogen zu benutzen und auch gesetzlich benutzen zu dürfen.

Ad. 5. Auch für die Weinbereitung gilt vollkommen das eben Angeführte, da wieder dabei Sacharometer und Alkoholometer zur Verwendung kommen und die mittlere Temperatur, für die Weingährung nahezu 15° C. beträgt.

Es weisen somit alle Umstände und die meisten Anwendungen, welche das Sacharometer zulässt, darauf hin, dass dies Instrument nicht nur für gleiche Normaltemperatur wie das Alkoholometer und dieselbe Einheit gelten müsse, sondern dass auch in unserer Zone diese Normaltemperatur 15° C. zu betragen habe, wenn nicht das Sacharometer statt vielseitigem Gebrauche bloss einseitigen zulassen soll.

§. 5. Ich habe nun, um eine genaue Sacharometer-Scale für die Normaltemperatur 15° C. zu erhalten, sowohl die Dichten Balling's als Steinheil's auf dieses Normale zu reduciren, wobei es für die Praxis mehr als genügt, diese Reduction von 0 bis zu 25 Zuckerprocenten vorzunehmen.

Die Reductionsgleichung für Steinheil's Dichten ist:

$$\Delta = (\delta' + 0\cdot 5\, x)\, \frac{d_1}{d} = (\delta' + 0\cdot 5\, x)\,(1 - 0\cdot 000075)$$

wo Δ die auf die neue Normaltemperatur reducirten Dichten, δ' die Steinheils, x die Änderungen in der Dichte von Zuckerlösungen für ein Grad C. Temperatur-Unterschied, d die Dichte des Wassers bei 15° und d_1 die desselben bei 15°5 C. bedeutet.

Für Balling's Angaben wird:

$$\Delta = (\delta'' + 2\cdot 5\, x)\, \frac{d''}{d} = (\delta'' + 2\cdot 5\, x)\,(1 - 0\cdot 000396),$$

in welcher Gleichung Δ, δ'', d, d'' und x ähnliche Geltung haben wie in den früher gegebenen.

Man erhält also:

Tafel zur Vergleichung der Dichten mit den Zuckerprocentgehalten nach Steinheil, reducirt auf die Normaltemperatur 15° C., dabei die Dichte des Wassers gleich der Einheit gesetzt:

Zucker-Procente	Dichten bei 15° C.	Differenz	Zucker-Procente.	Dichten bei 15° C.	Differenz
0	1·0000	38	10	1·0403	42
1	1·0038	39	11	1·0445	42
2	1·0077	39	12	1·0487	43
3	1·0116	40	13	1·0530	43
4	1·0156	40	14	1·0573	43
5	1·0196	41	15	1·0616	43
6	1·0237	41	16	1·0659	43
7	1·0278	41	17	1·0702	43
8	1·0319	42	18	1·0745	44
9	1·0361	42	19	1·0789	43
10	1·0403		20	1·0832	

Vergleichstafel der Dichten und Zuckerprocente nach Balling bei 15° C., dabei die Dichte des Wassers gleich Eins.

Zucker-Procente	Dichten bei 15° C.	Differenz	Zucker-Procente.	Dichten bei 15° C.	Differenz
0	1·0000	38	13	1·0527	43
1	1·0038	39	14	1·0570	42
2	1·0077	40	15	1·0612	43
3	1·0117	40	16	1·0655	43
4	1·0157	40	17	1·0698	44
5	1·0197	40	18	1·0742	45
6	1·0237	41	19	1·0787	45
7	1·0278	41	20	1·0832	46
8	1·0319	41	21	1·0878	46
9	1·0360	41	22	1·0924	47
10	1·0401	42	23	1·0971	47
11	1·0443	42	24	1·1018	48
12	1·0485	42	25	1·1066	
13	1·0527				

Die letztgegebene Tabelle ist es, welche den Anforderungen der Wissenschaft und Praxis entsprechend, der Construction guter Sacharometer-Scalen zu Grunde gelegt werden soll. Wie schon erwähnt, sollen die Sacharometer sowohl die Dichten als auch die ihnen entsprechenden Zuckerprocente unmittelbar zur Ablesung enthalten. Hierdurch erreicht man auch den Vortheil, dass wenn einst

neue, der Wahrheit sich mehr nähernde Vergleichungen der Dichten mit den Procentgehalten bekannt werden sollten, die alten Instrumente noch immer brauchbar erscheinen, da man sie mit Beihilfe einer kleinen Tafel ohne grosse Unbequemlichkeit bis zu ihrem endlichen Zerbrechen gebrauchen kann.

Zweckmässigste Form und Einrichtung der Sacharometer.

§. 6. Sowie an dem Alkoholometer jetzt ziemlich allgemein das beim Gebrauche unerlässliche Thermometer unmittelbar am Körper des Instrumentes angeblasen ist und zugleich statt der gewöhnlichen Beschwerung zur Erzielung des stabilen Gleichgewichtes beim Eintauchen in die alkoholhältige Flüssigkeit dient, ebenso wird diese Einrichtung auch für Sacharometer die compendiöseste und bequemste, bei welcher zugleich auch für die den Geschäftsbetrieb überwachenden Behörden die sicherste Garantie gegen Irrungen und Defraudationen gegeben ist.

Die beste Form der Sacharometer wäre sonach die in Bayern, Preussen und in neuester Zeit auch in Österreich für Alkoholometer gesetzlich vorgeschriebene, welche auch Figur 1 in halber Naturgrösse zeigt. Auch hier müsste der Nullpunkt, sowie Endpunkt der Scale, mit einem feinen Diamantstrich am Glase bezeichnet, und das Gewicht des ganzen Instrumentes möglichst genau an der Scale notirt sein. Zu kurze Scalen lassen keine hinreichende Genauigkeit bei der Ablesung zu; umfasst die Scale 25 Procente, für alle gewöhnlichen Anwendungen des Sacharometers vollkommen ausreichend, so darf die Länge derselben nicht unter 6 Wiener Zoll gleich 158 Millimeter betragen, in welchem Falle das Instrument direct noch von 0·2 zu 0·2 Procenten getheilt sein kann, und einzelne Zehntel noch mit aller Sicherheit abschätzbar bleiben.

Diese Unterabtheilung nach Zehnteln, ist der gewöhnlich gebräuchlichen nach Halben, $\frac{1}{4}$ Graden etc. unbedingt vorzuziehen; nicht nur weil in allen, den Industriellen immer unentbehrlicheren wissenschaftlichen Handbüchern nur Decimalbrüche vorkommen, sondern auch weil bei Ausführung aller technischen Proben diese Rechnungsweise allgemeinen Eingang fand, und in keinem gut geleiteten Laboratorium der Welt technische Proben auf eine andere Weise mehr berechnet werden. Die Praktiker sind ebenfalls fast durchgängig mit der Decimalrechnung vertraut, und wenn die, gewisse Industriezweige

controlirenden Beamten hie und da auf Schwierigkeiten im Gebrauche der Decimalbrüche stossen, so lässt sich dieser Übelstand in wenig Stunden beseitigen, was um so mehr geschehen muss, als das Sacharometer nicht blos ein der Beamten wegen vorhandenes Instrument ist, sondern den Hauptzweck hat, dem Praktiker als unentbehrlicher Rathgeber zu dienen und die Anwendung der in der Wissenschaft gefundenen Thatsachen und Wahrheiten zu vermitteln, wodurch eben die oft noch rein empirisch betriebenen Gewerbe des Bierbrauens, Branntweinbrennens, der Presshefenerzeugung etc., zu rationell betriebenen umgebildet werden sollen.

Construction der Sacharometer-Scalen.

§. 7. Nehmen wir an, der Glaskörper des Instrumentes sinke im Wasser bis zur Stelle n, in einer 25procentigen Zuckerlösung bei der Normaltemperatur 15° C. gleich 12° R. bis zu n_n und in einer Zuckerlösung von, zwischen 0 und 25 Procenten liegendem Gehalte bis n_1 ein. Die entsprechenden Dichten dieser drei Flüssigkeiten seien:

$$1,\ d_1 \text{ und } d_n,$$

die eingetauchten Volumina des Aräometerkörpers hingegen:

$$v,\ v_1 \text{ und } v_n.$$

Bekanntlich ist das Volumen eines in Flüssigkeiten eingetauchten Körpers, gleich dem der verdrängten Flüssigkeit, oder was in unserem Falle dasselbe ist, gleich dem Gewichte des Aräometers. Aus der allgemeinen Gleichung:

$$P = V D,$$

d. h. das absolute Gewicht ist gleich dem Volumen eines Körpers, multiplicirt mit seiner Dichte folgt sonach:

$$v = v_1\, d_1 = v^n\, d_n \text{ und } \frac{v}{v_1} = d_1.$$

Ferner lässt sich setzen

$$\frac{v}{v_1} - 1 = d_1 - 1 \;\ldots\ldots (\alpha),$$

und da auch $\frac{v}{v_n} = d_n$ ist,

$$\frac{v}{v_n} - 1 = d_n - 1 \ldots\ldots (\beta)$$

Aber (α) und (β) können auch geschrieben werden:

$$\frac{v-v_1}{v_1} = d_1-1\,; \quad \frac{v-v_n}{v_n} = d_n-1,$$

woraus nach Division der zweiten Gleichung durch die erste entsteht:

$$\frac{v_n}{v_1}\cdot\frac{v-v_n}{v-v_1} = \frac{d_n-1}{d_1-1} \quad \ldots\ldots \quad (\gamma).$$

Da aber:

$$\frac{v_n}{v_1} = \frac{d_n}{d_1} \text{ ist,}$$

so wird auch:

$$\frac{v-v_n}{v-v_1} = \frac{d_n}{d_1}\cdot\frac{d_n-1}{d_1-1} \quad \ldots\ldots \quad (\delta)$$

$v - v_1$ stellt aber das Volumen des Sacharometerhalses von n bis n_1; dann $v - v_n$ jenes von n bis n_n vor, und diese Volumina verhalten sich bei gleichem Röhren-Querschnitte wie die Scalenlängen $n\,n_1 = l'$ und $n\,n_n = l$, somit folgt:

$$l' = l\cdot\frac{d_n}{d_n-1}\cdot\frac{d_1-1}{d_1} \quad \ldots\ldots \quad (\varepsilon),$$

Nehmen wir nun den Fundamentalabstand l in 1000 gleiche Theile getheilt an, also $l = 1000$, und denken wir uns für d_n die Dichte der 25procentigen Zuckerlösung substituirt, so wird

$$l' = l\cdot 10380\cdot 86\cdot\frac{d_1-1}{d_1} \quad \ldots\ldots \quad (\mathrm{I}).$$

Durch diese Gleichung sind für die verschiedenen d_1, die Scalenabschnitte in Theilen von l gegeben, und somit ist die Construction der Dichtenscale ermöglichet. Für die Procenten-Scale darf man nur aus den Vergleichstafeln, die den Dichten entsprechenden Zuckerprocente neben die Dichtenscale auftragen.

Statt sich erst die Dichtenscale zu construiren, kann man für Sacharometer, welche bloss Gewichtsprocente angeben sollen, unmittelbar in die Gleichung (I) jene d_1 setzen, die ganzen Zuckerprocenten entsprechen, um für diese die Normalpunkte der Scale zu erhalten, während die Unterabtheilungen der einzelnen Procente mit genügender Genauigkeit durch einfache Interpolation gefunden werden. Nehmen wir $l = 1000$ Theilen, so wird l' für die Procente 0 bis 25 folgende Werthe der Tabelle A bekommen.

Tabelle A.

Zucker-Procente	Werthe von l'	Differenz	Zucker-Procente	Werthe von l'	Differenz
1	39·3	39·3	13	519·7	39·5
2	79·3	40·0	14	559·8	40·1
3	120·0	40·7	15	598·7	38·9
4	160·5	40·5	16	638·2	39·5
5	200·6	40·1	17	677·3	39·1
6	240·3	39·7	18	717·1	39·8
7	280·8	40·5	19	757·4	40·3
8	320·9	40·1	20	797·4	40·0
9	360·7	39·8	21	837·9	40·5
10	400·2	39·5	22	878·1	40·2
11	440·4	40·2	23	918·8	40·7
12	480·2	39·8	24	959·1	40·3
13	519·7	39·5	25	1000·0	40·9

Ist an einem Instrumente der Fundamental-Abstand in einem beliebigen Masse gegeben, so sind aus Tabelle *A* die Werthe von l' zu nehmen, mit der bekannten Scalenlänge zu multipliciren und durch 1000 zu theilen, um so l' im gewünschten Masse ausgedrückt, von n an gezählt zu erhalten. Z. B. die Scale des Instrumentes soll 6 Zoll gleich 158 Millimeter lang werden, und es wäre der Scalenpunkt für 20 Procente zu suchen, so ist in Wiener Zoll:

$$\frac{797 \cdot 4 . 6}{1000} = 4 \cdot 784 \text{ W. Zoll,}$$

oder in Millimetern

$$\frac{797 \cdot 4 . 158}{1000} = 125 \cdot 99 \text{ Millimeter,}$$

welche Länge vom Nullpunkte des Instrumentes an aufzutragen ist.

Oft dient es zur wesentlichen Erleichterung, wenn man näherungsweise für ein Instrument bei gegebener Scalenlänge die Dimensionen oder umgekehrt bestimmen kann. Nennt man zu diesem Behufe R das Volumen des Aräometers, welches in Wasser von der Dichte Eins einsinkt, R_s das der Röhre vom Nullpunkte bis zum grössten Procentgehalte der beobachtet werden soll, und dem die Dichte d_n entspricht, so hat man:

$$R = (R - R_s)\, d_n \text{ und}$$

$$R_s = R\left(\frac{d_n - 1}{d}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(II)}$$

für d_n nun $1 \cdot 1066$, also 25 Procenten entsprechend gesetzt, wird:

$$R_s = 0 \cdot 09633\, R.$$

Ist nun der Durchmesser des Sacharometer-Körpers = D, dessen Länge L, wobei um wenigstens beiläufig auf das Volumen des conischen unteren Theiles sammt Thermometer-Kugel Rücksicht zu nehmen, zu der Länge des Aräometer-Körpers nach 0·6 der Länge des conischen Theiles mit der Thermometerkugel addirt wird; setzt man ferner den Durchmesser des Sacharometerhalses = D_1 und den Fundamentalabstand gleich l, so wird im Allgemeinen:

$$D_1^2 l = \left(\frac{d_n - 1}{d_n}\right) D^2 L \quad . \quad . \quad . \quad \text{(III)},$$

woraus folgt:

$$l = \left(\frac{d_n - 1}{d_n}\right) \left(\frac{D^2 L}{D_1^2}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(IV)},$$

und

$$D_1 = D \sqrt{\frac{d_n - 1}{d_n} \cdot \frac{L}{l}} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad \text{(V)},$$

Es sei hier nochmals bemerkt, dass diese Formeln nur rohe Näherungswerthe geben, welche dem Verfertiger als beiläufige Anhaltspunkte dienen sollen.

Die scharfe Bestimmung des Fundamentalabstandes l, geschieht mit einer in den Hals des Aräometers eingeschobenen Hülfsscale, welche nicht zu wenig Unterabtheilungen, bei jedoch willkürlicher Grösse enthalten darf. Mittelst dieser Scale wird der Nullpunkt des Instrumentes durch Einsenken in destillirtes Wasser von 15° C. = 12° R. bestimmt. Zur Herstellung des Endpunktes der Scale benöthiget man eine Zuckerlösung, deren Concentration genau dem höchsten am Instrumente abzulesenden Procentgehalte entspricht. Zu diesem Ende wird feinste Raffinade, oder besser ganz weisser Candiszucker fein gepulvert, dann in einem Luft- oder Wasserbade bei 100° C. so lange erhitzt, als noch Feuchtigkeit fortgeht, bis also der Zucker an der Wage keinen merkbaren Gewichtsverlust mehr erleidet, wozu mehrere Stunden erforderlich sind. Von dem getrockneten Zucker wird nun die nöthige Menge abgewogen, um durch Vermischen desselben mit einer bestimmten Wassermenge, eine Zuckerlösung von verlangtem Procentgehalte zu bereiten, die in mit Glasstöpseln wohl verschlossenen Gefässen aufzubewahren ist.

Durch Eintauchen des Instrumentes in letztere Zuckerlösung, ebenfalls bei der Normaltemperatur, erfährt man den zweiten Punkt des Fundalmentalabstandes oder den tiefsten Scalenpunkt, abgelesen an der Hülfsscale.

Die an der Hülfsscale bestimmten Normalpunkte werden jetzt mittelst feiner Diamantstriche am Halse des Sacharometers unveränderlich bezeichnet, dann die Hilfsscale herausgenommen und selbe durch die richtige Scale ersetzt, welche aber keine Gewichtsänderung des Instrumentes hervorbringen darf, wenn durch dasselbe noch ferner richtige Angaben geliefert werden sollen. Die neue Scale muss daher nicht nur aus demselben Papiere und von gleicher Grösse mit der Hilfsscale sein, sondern es muss zu deren Befestigung an die innere Glaswand auch die möglichst gleiche Gewichtsmenge des Bindemittels verwendet werden. Der Nullpunkt und Endpunkt der neuen Scale hat natürlich den beiden Diamantstrichen des Fundamentalabstandes genau zu entsprechen.

Diese Bestimmung des Fundamentalsabtandes ist zwar bei Anwendung der nöthigen Sorgfalt genau, und für Verfertigung von Normal-Instrumenten unerlässlich, bei welchen sogar noch ein dritter zwischen dem Anfangs- und Endpunkte ungefähr in der Mitte liegender Punkt, ermittelt werden muss, allein sie erscheint zeitraubend und unbequem.

Weit einfacher ist die Anwendung eines Scalennetzes, zu dessen Construction zwei parallele Horizontallinien der kleinsten und grössten Länge der zu construirenden Scalen, 4 und 8 Zollen entsprechend, gezogen, nach Tabelle A eingetheilt, und die Theilpunkte (partes) durch gerade Linien verbunden werden. Hat man eine Scale innerhalb der Grenzen des Netzes zu theilen, so wird selbe parallel zu den Horizontallinien auf das Netz so angelegt, dass die äussersten Punkte derselben mit den verticalen Endlinien zusammenfallen. Die Zwischenpunkte der zu construirenden Scale sind dann durch die Zwischenlinien des Netzes hinreichend genau gegeben, vorausgesetzt, dass letzteres mit aller Sorgfalt gezogen wurde.

Den noch übrigen Mitteln zur Scalen-Construction ohne Anwendung von Probelösungen, mangelt bei gleichem Grade der Genauigkeit wie die angeführten, die nöthige Einfachheit, sie können daher für unseren Zweck übergangen werden.

§. 8. Alles vorher Gesagte gilt nur, wenn der Hals des Sacharometers durchgängig gleichen Querschnitt hat, was jedoch nur selten vorkommt, da die meisten Röhren, und zwar oft im beträchtlichen Grade conische Form besitzen. Es lässt sich leicht zeigen, um wie viel der Röhrendurchmesser an einem Ende des Halses grösser

sein dürfe als am anderen, damit der Fehler, die conische Röhre als cylindrisch angenommen, bei dem Gebrauche des Sacharometers 0·2 Procente nicht übersteige.

Ist nämlich das Volum V des Sacharometerhalses zwischen 0 und 25 + 0·2 Procenten an einem Instrumente mit cylindrischem Halse von r Radius, sowie l Länge zwischen 0 und 25·2 Procenten, nach Gleichung (*I.*) gegeben, so ist zu ermitteln, welches der untere grössere Halbmesser r_1 eines Conus für das gleiche Volum V, bei gleicher Höhe l und oberen Halbmesser r sei.

Das Volum eines Conus wird aber dargestellt durch

$$V_1 = \frac{\pi l}{3} (r^2 + r r_1 + r_1^2),$$

welche Gleichung uns zur Bestimmung von r_1 dienen soll. Denn da $V_1 = V$ sein muss, so folgt:

$$r_1^2 + r r_1 = \frac{3 V}{\pi l}$$

und die beiden Wurzeln dieser Gleichung sind:

$$r_1 = - r + \sqrt{r^2 + \frac{12 V}{\pi l}} \quad \text{und}$$

$$r_1 = - r - \sqrt{r^2 + \frac{12 V}{\pi l}}.$$

Wenn die Röhren zu conisch sind, und dennoch benutzt werden sollen, erscheint es am gerathensten für deren Theilung das von Stampfer auch für Alkoholometer mit conischem Halse in Anwendung gebrachte Verfahren [1]) zu gebrauchen. Man bestimmt nämlich ausser den beiden Fundamentalpunkten noch einen dritten Punkt, nahezu in der Mitte zwischen den beiden ersten liegend. Nach Auftragung aller drei Punkte auf die zu verfertigende Scale, wird diese auf das bereits erwähnte Scalennetz so gelegt, dass auch dem mittleren Punkte eine Theilungslinie entspricht, wozu eine Neigung gegen die oberste Horizontallinie nöthig wird. In dieser Lage befestiget man die Scale, und trägt sodann die noch übrigen Scalenpunkte nach dem Netze auf.

§. 9. Das zur Correction der Sacharometer-Angaben wegen Temperatur-Unterschieden bei der Beobachtung nöthige Thermometer, welches an den Aräometerkörper angeschmolzen ist, muss wenigstens 12°5 C. = 10° R. über und ebenso viele Grade unter dem

---

[1]) Denkschriften der kais. Akademie der Wissenschaften. III. Bd., S. 247.

Normale, und zwar direct in Thermometergrade getheilt umfassen; neben denselben kann es aber auch die Correction angeben, welche am abgelesenen Procentgehalte anzubringen ist, wenn die Temperatur während der Beobachtung nicht mit der Normaltemperatur übereinstimmt. Da diese Correction nicht nur mit der Temperatur, sondern auch mit dem Procentgehalte der Zuckerlösung zu- und abnimmt, so ist es am besten, die Correctionsscale für Einen Grad Temperatur-Unterschied unmittelbar neben die Thermometerscale anzusetzen und dann für höhere oder niedere Procentgehalte, zu der unmittelbar abgelesenen Anzeige den entsprechenden aliquoten Theil zu addiren oder subtrahiren. Die folgenden kleinen Tafeln geben, mit für die Praxis hinreichender Genauigkeit, die an den Anzeigen eines gläsernen Sacharometers anzubringenden Correctionen für Einen Grad Temperatur-Unterschied, also mit Berücksichtigung der Ausdehnung des Glases. Die Werthe dieser Tafeln sind für Temperaturen über dem Normale additiv, für solche unter dem Normale subtractiv.

Corrections-Tabelle für die Angaben eines gläsernen Sacharometers bei einer während der Beobachtung von dem Normale um Einen Grad verschiedenen Temperatur in Graden Celsius ausgedrückt.

Procente, abgelesen	Correction ρ	Dichten, abgelesen	Correction ν
1	0·016	1·0038	0·00007
2	0·017	1·0077	0·00007
3	0·017	1·0117	0·00007
4	0·017	1·0157	0·00007
5	0·017	1·0197	0·00007
6	0·018	1·0237	0·00008
7	0·018	1·0278	0·00008
8	0·018	1·0319	0·00008
9	0·019	1·0360	0·00008
10	0·020	1·0401	0·00009
11	0·020	1·0443	0·00009
12	0·021	1·0485	0·00010
13	0·022	1·0527	0·00010
14	0·023	1·0570	0·00011
15	0·025	1·0612	0·00011
16	0·026	1·0655	0·00012
17	0·028	1·0698	0·00013
18	0·032	1·0743	0·00015
19	0·036	1·0787	0·00017
20	0·040	1·0832	0·00019
21	0·044	1·0878	0·00021
22	0·048	1·0924	0·00023
23	0·052	1·0971	0·00025
24	0·056	1·1018	0·00027
25	0·060	1·1066	0·00029

Correctionstabelle für die Angaben eines gläsernen Sacharometers bei einer während der Beobachtung von dem Normale um Einen Grad verschiedenen Temperatur, in Graden Réaumur ausgedrückt.

Procente, abgelesen	Correction ρ	Dichten, abgelesen	Correction ν
1	0·020	1·0038	0·00009
2	0·020	1·0077	0·00009
3	0·021	1·0117	0·00009
4	0·021	1·0157	0·00009
5	0·021	1·0197	0·00009
6	0·022	1·0237	0·00010
7	0·022	1·0278	0·00010
8	0·023	1·0319	0·00010
9	0·024	1·0360	0·00010
10	0·025	1·0401	0·00011
11	0·025	1·0443	0·00011
12	0·026	1·0485	0·00012
13	0·027	1·0527	0·00012
14	0·029	1·0570	0·00014
15	0·031	1·0612	0·00014
16	0·033	1·0655	0·00015
17	0·035	1·0698	0·00016
18	0·040	1·0743	0·00019
19	0·045	1·0787	0·00021
20	0·050	1·0832	0·00024
21	0·055	1·0878	0·00026
22	0·060	1·0924	0·00029
23	0·065	1·0971	0·00031
24	0·070	1·1018	0·00034
25	0·075	1·1066	0·00036

Die Reduction der abgelesenen Procente und Dichten auf die Normaltemperatur 15° C. = 12° R. geschieht nach den Gleichungen

$$P = p \pm (t - t')\,\rho$$

und

$$D = d \pm (t - t')\,\nu$$

in denen P und D den Procentgehalt und die Dichte bei der Normaltemperatur, p und d die beobachteten entsprechenden Angaben, ferner $t - t'$ die Differenz zwischen der Normaltemperatur und der abgelesenen Temperatur, endlich ρ und ν die entfallenden Correctionen für 1° C. oder 1° R. aus vorhergehenden Tabellen bedeuten.

Gebrauch der Sacharometer.

§. 10. Alle kleinen Vorsichten und Regeln beim Gebrauche des Sacharometers anzugeben, würde hier offenbar zu weit führen, da

ohnedies die meisten derselben als beim Gebrauche jedes Aräometers Anwendung findend, bekannt sind. Hier sollen nur einige Hauptpunkte hervorgehoben werden, gegen welche leider nur zu häufig Verstosse geschehen, als deren Folge bedeutende Unrichtigkeiten in den Sacharometer-Angaben resultiren.

Die Prüfung einer zuckerhältigen Flüssigkeit mittelst des Sacharometers hat in einem passenden Gefässe zu geschehen, das am zweckmässigsten cylindrische Form besitzt und aus Glas verfertiget ist. Figur 2 zeigt die Form der sogenannten Aräometerhülse, welche jetzt am gebräuchlichsten, auch die genauesten Ablesungen zulässt. Hauptsache bleibt es immer, dass die Hülse die nöthige Länge und eine solche Weite habe, dass das Sacharometer, ohne die Wände zu berühren, also frei in der zuckerhältigen Flüssigkeit schwimmen könne; wozu freilich auch ein ziemlich verticaler Stand der Hülse gehört. Der Hals *abcd* der Hülse muss von möglichst geraden Glaswänden gebildet, und frei von sogenannten Schlieren und Wellen im Glase sein, weil sonst bei der Ablesung eine beträchtliche Parallaxe stattfindet, welche zu argen Fehlern Veranlassung gibt. Die Hülse wird beim Gebrauche bis zum Beginn des Halses *cd* mit der zu prüfenden Zuckerlösung gefüllt und diese so eingegossen, dass das Herabfliessen an den Wänden der Sacharometerhülse erfolgt, wodurch das sonst häufig eintretende Schäumen vermieden wird. Sollte dennoch Schaumbildung eintreten, welche eine genaue Ablesung des Sacharometers hindert, so ist die Schaumdecke am leichtesten mittelst Fliesspapier wegzuwischen.

Bekanntlich erscheint die Oberfläche von Flüssigkeiten in Gefässen, von der Seite betrachtet, nicht als höchst feine Linie von fast unmerkbarem Durchmesser, sondern in Folge der Adhäsion an den Gefässwänden wird die Flüssigkeit an letzteren in die Höhe gezogen und bildet durch Eintretung totaler Reflexion einen messbar breiten und dunklen Streifen, dessen Breite nicht nur von der Weite des Gefässes, Art des Glases und der verwendeten Flüssigkeit, sondern auch von der Concentration der letzteren abhängt, und daher nicht unbedeutenden Veränderungen unterworfen ist. Die Flüssigkeitsoberfläche besteht sonach in Gefässen scheinbar nicht bloss aus einer Ebene, sondern aus zweien, einer oberen und einer unteren, welche durch einen mehr, minder breiten dunklen Ring getrennt sind. Ähnliche Erscheinungen zeigen sich an allen in

Flüssigkeiten eingetauchten Körpern, also auch wie Figur 3 darstellt an den Sacharometern, und es fragt sich an welcher Flüssigkeitsebene, der oberen oder unteren, von der Seite der Hülse her gesehen, die Ablesung der Instrumente zu geschehen habe.

Dass für die Ablesung jedenfalls eine Norm festgestellt werden müsse, leuchtet leicht ein, wenn man bedenkt, dass eben wegen der Breite des Ringes an der Flüssigkeitsoberfläche, die an ein und demselben Sacharometer abgelesenen Zuckerprocentgehalte bedeutend differiren, je nachdem man oben oder unten (wie die Praktiker dies nennen) abliest. Ein in meinem Besitze befindliches Sacharometer gab so z. B. ~~bei~~ Anwendung ein und derselben zuckerhältigen Flüssigkeit, den Zuckergehalt:

an der unteren Flüssigkeitsgrenze zu 15·51 Procenten
„ „ oberen „ „ 15·39 „

also einen Unterschied von 0·12 Procenten in der Angabe.

Es ist nun nicht zu leugnen, dass die Ablesung an der unteren Flüssigkeitsgrenze, also in der Richtung *uo*, durch die totale Reflexion begünstiget, bei gehöriger Umsicht mit äusserster Schärfe geschieht und dass ebenso dabei für die richtige Stellung des Auges in der Ebene des abzulesenden Theilstriches die nöthigen Anhaltspunkte leicht aufzufinden sind, somit bei mehreren auf einander folgenden Ablesungen nur wenig differirende Angaben erhalten werden. Diese Ablesungsart ist aber nur bei vollkommen klaren und farblosen oder lichtgefärbten Flüssigkeiten anwendbar. In vielen Fällen erscheint jedoch die zu prüfende Flüssigkeit nicht vollkommen klar, oder wie z. B. bei Braunbieren so dunkel gefärbt, dass die Ablesungen der Sacharometerscale durch eine Flüssigkeitsschichte zu den Unmöglichkeiten gehört, und man daher an der oberen Flüssigkeitsgrenze ablesen muss. Aus diesem Grunde bleibt es vortheilhafter als Norm festzustellen, dass die Ablesung der Sacharometerscale an der oberen Flüssigkeitsgrenze nach der Richtung *oo* zu geschehen habe, wobei jedoch, wie aus der Zeichnung ersichtlich, das Auge möglichst genau in dieselbe Ebene mit derselben gebracht werden muss. Es ist klar, dass, da beim Gebrauche der Sacharometer die Scalenablesung von oben erfolgt, die Verfertiger solcher Instrumente bei deren Construction ebenfalls immer an der oberen Flüssigkeitsgrenze abzulesen haben, oder die Unterlassung dieser Vorsicht wenigstens angeben, da für jedes derartige Instrument auf rein empirischem Wege

Reductionstabellen entworfen werden müssen. Weil die Praktiker selbst jetzt noch aus Unkenntniss bald an der oberen, bald an der unteren Flüssigkeitsgrenze bei Anwendung ein und desselben Instrumentes ablesen, in der Meinung es sei dies gleichgültig, so wäre es wünschenswerth, wenn sich an der Scale jedes Sacharometers die Bemerkung befände, auf welche Weise die Ablesung zu geschehen habe.

Ein anderer Umstand von grösster Wichtigkeit ist der, dass die Adhäsionsverhältnisse einen bedeutenden Einfluss auf das mehr oder minder tiefe Einsinken, also auch auf die Angaben des Sacharometers ausüben. Fettschichten von äusserster Dünne, von der Berührung des Sacharometers mit den Händen herrührend, und andere sinnlich kaum wahrnehmbare Unreinigkeiten, reichen hin, bedeutende Fehler in den abgelesenen Procentgehalten zu bedingen. Von dem unreinen Zustande, in dem aber oft die Sacharometer zur Prüfung zuckerhältiger Flüssigkeiten dienen, kann man sich nur einen Begriff machen, wenn man in Brennereien, Brauereien etc. Gelegenheit hatte, den Gebrauch dieses Instrumentes zu sehen. Soll also das Sacharometer wirklich verlässliche Angaben für den Industriellen und den die verschiedenen Fabriken beaufsichtigenden Beamten liefern, so müssen Beide darauf aufmerksam gemacht werden, dass ein Sacharometer nur bei vollkommen reiner Oberfläche verlässliche Daten liefert. Hierzu erscheint es unerlässlich, vor dem jedesmaligen Gebrauche das Instrument wenigstens mit einem, mit reinem Spiritus benetzten Tuche abzuwischen und dann dasselbe vor und beim Gebrauche nur mehr am obersten, mit der Flüssigkeit nicht mehr in Berührung kommenden Ende, mit den Fingern anzufassen.

Ebenso hat man beim Gebrauche des Sacharometers strenge darauf zu achten, dass das Instrument durch zu rasches Einsenken nicht tiefer in die zu prüfende Flüssigkeit einsinke, als dies vermöge der Flüssigkeitsdichte möglich ist, denn sonst steigt es alsbald am oberen Theile benetzt und mit verändertem Gewichte wieder in die Höhe, und liefert daher zu geringe Angaben.

Prüfung der Sacharometer.

§. 11. Soll ein Sacharometer nicht blos illusorische Angaben liefern, so muss dasselbe vor seiner Verwendung einer sorgfältigen Prüfung unterzogen werden, und dies um so mehr, als bis jetzt nur wenige Künstler verlässliche derartige Instrumente in den Handel bringen.

Die Prüfung des Sacharometers zerfällt in zwei Theile, die vor der Vollendung, welche sich hauptsächlich auf eine genaue Durchprüfung der Scale beschränkt, und in die nach Vollendung des Instrumentes, welch' letztere der Käufer gewöhnlich allein vornehmen kann.

Die Prüfung der Scale hat vor deren Einkleben in den Hals des Aräometers zu geschehen; die Scale soll:

1. Gewichtsprocente reinen Zuckers von 0·2 zu 0·2 Procent untergetheilt, dann die ihnen entsprechenden Dichten angeben.

2. Bei einem Umfange von 25 Procenten wenigstens 6 Wiener Zoll, gleich 158 Millimeter lang sein, da nur bei solcher Länge die Unterabtheilungen eines Procentes scharf genug abgelesen werden können. Scalen von geringerem Umfange dürfen, eine dazu gehörige cylindrische Röhre vorausgesetzt, auch im Verhältnisse kürzer sein. Zweckmässig zieht man die Theilstriche der den Zuckerprocenten entsprechenden Dichten mit einer anderen Farbe als die der Ersteren aus. Sind z. B. die Zuckerprocente schwarz ausgezogen, so ist die Farbe der Dichten-Theilstriche roth, durch welches Verfahren vielfachen Verwechslungen vorgebeugt wird.

3. Der Papierstreifen, auf dem die Scale gezogen, soll immer den Namen des Verfertigers, das möglichst genaue Gewicht des ganzen Instrumentes tragen und die Bemerkung enthalten, ob die Ablesung der Scale an der oberen oder unteren Flüssigkeitsgrenze zu geschehen habe.

4. Nicht nur der Anfangs- und Endpunkt der Scale muss richtig gegeben sein, sondern Gleiches gilt auch von den dazwischen liegenden Procenten und Dichten. Zur Beurtheilung hievon dient das nach Tabelle *A* construirte Scalennetz. Bei Scalen für cylindrische Röhren müssen bei horizontalem Auflegen derselben, so dass der Anfangs- und Endpunkt mit den beiden äusersten Verticallinien zusammenfallen, auch alle Zwischenpunkte entweder vollkommen mit denen des Scalennetzes stimmen, oder doch keine grösseren Differenzen als 0·2 Procente zeigen. Bei Scalen für conische Aräometerhälse, muss sich bei Anlegung an das Netz, im Winkel gegen die oberste Horizontale oder eine ihr Parallele geneigt, nicht nur eine correspondirende Stelle in jeder der zwei äussersten verticalen Grenzlinien des Netzes finden lassen, sondern auch innerhalb desselben, muss noch ein drittes solches Zusammenfallen mit einem der Scalenmitte nahe liegenden Procente stattfinden.

5. Ist das Sacharometer zu ämtlichen Controlen bestimmt, so muss die Scale zum Zeichen ihrer Approbirung auch mit dem ämtlichen Prüfungsstempel, dann mit der Numer, unter welcher die ämtliche Prüfung der Scale vollzogen wurde, versehen sein.

Ebenso hat man darauf zu sehen, dass die Scale des, dem Sacharometer angeschmolzenen Thermometers eine Länge von wenigstens 1 Zoll gleich 26 Millimeter habe, wenn sie 10 Grade R. gleich 12·5° C. über und unter dem Normale umfasst; sowie auch die Angaben des Thermometers, verglichen mit denen eines Normalthermometers, daran um höchstens 0°5 C. differiren dürfen.

Was die zweite am bereits fertigen Instrumente vorzunehmende Prüfung anbelangt, so sollen nicht nur die Bedingungen der eben angeführten Punkte, mit Ausnahme von (4) welche schon früher geprüft sein müssen, stattfinden, sondern es soll auch:

1. Das Sacharometer die bereits beschriebene, als am zweckmässigsten erkannte Form besitzen, die Scale des Thermometers ins Innere des Sacharometerkörpers eingeschlossen, die Kugel desselben zwar mit dem Körper verschmolzen, jedoch ausserhalb daran befindlich sein.

2. Der Null- und Endpunkt der Scale mit zwei feinen, am Halse angebrachten Diamantstrichen zusammenfallen.

3. Die Theilstriche der Scale und die des eingeschmolzenen Thermometers senkrecht auf die Längenaxen derselben stehen.

4. Das Instrument nicht nur im reinen Wasser vollkommen vertical schwimmen, sondern auch in der concentrirtesten Zuckerlösung, für welche dessen Scale ausreicht, eine Bedingung deren Erfüllung besonders bei solchen Sacharometern unerlässlich wird, welche zwei einander gegenüberstehende Scalen, eine für Dichten die andern für Zuckerprocente besitzen.

5. Das Sacharometer, wenn es unter den nöthigen Vorsichten in reines Wasser, dann eine Zuckerlösung vom höchsten Procentgehalte, für den es gelten soll und endlich in eine, dem Procentgehalte nach mitten zwischen diese Flüssigkeiten fallende Zuckerlösung, zugleich mit einem Normalsacharometer getaucht wird, vom letzteren Instrumente um nicht mehr als 0·25 Procente verschiedene Angaben liefern.

Erlauben es die Umstände nicht, das Normalsacharometer zugleich mit dem zu prüfenden in die Zuckerlösungen zu tauchen, so

ist die Temperatur der Flüssigkeiten wohl zu berücksichtigen und bei etwa eintretenden Verschiedenheiten derselben, immer eine Reduction auf das Normale vorzunehmen. Wäre zu dieser Prüfung kein Norma'sacharometer gegeben, so hätten als Probeflüssigkeiten einerseits reines destillirtes Wasser, anderseits zwei zuckerhältige Flüssigkeiten jedoch von genau bekanntem Procentgehalte zu dienen, welche man dadurch bereitet, dass man reinen Candiszucker pulvert, bei 100° C. trocknet, und dann durch Abwägen der entsprechenden Mengen vom getrockneten Zucker und Wasser die gewünschten Probelösungen macht.

6. Man hat sich zu überzeugen ob das Gewicht des Instrumentes an der Scale richtig angegeben ist, was durch directes Abwägen geschieht; die grössten, noch zu duldenden Unterschiede dürfen 0·5 Wiener Grane, gleich 0·037 Grammen nicht übersteigen.

7. Ist ein Sacharometer für den ämtlichen Gebrauch bestimmt, und von der dazu bestimmten Behörde bezüglich seiner Richtigkeit geprüft, so soll von Seite der letzteren, dem Instrumente ein Approbationszeugniss beigegeben werden.

Dass bei den eben erwähnten Prüfungen alle bereits früher angedeuteten Vorsichten beim Gebrauche des Sacharometers einzuhalten seien, bedarf wohl keiner weiteren Begründung.

Sogenannte Normalinstrumente endlich, welche in möglichster Vollkommenheit verfertiget, als Controlinstrumente dienen sollen, dürfen, wie man bei der Geschicklichkeit unserer Künstler jetzt mit Recht fordern darf, nur absolute Fehler zeigen, welche unter die Hälfte der bereits genannten fallen. Da die Prüfung derartiger Instrumente niemals Sache der Industriellen und untergeordneten Behörden, sondern nur mit der Wissenschaft vollkommen vertrauter Personen ist, denen hierzu mehrfache, bald mehr minder einfache Prüfungsweisen zu Gebote stehen, so soll von dieser Prüfung hier nicht weiter die Rede sein.

Nachtrag.

§. 12. Geraume Zeit nach Vollendung dieses Aufsatzes, erhielt ich durch die Güte des Herrn Professors A. W. Hofmann zu London, eine von ihm gemeinschaftlich mit Graham und Redwood

verfasste Abhandlung [1]), in welcher einige Resultate enthalten sind, die wegen ihres Zusammenhanges mit dem bereits früher Gesagten, hier unmöglich unerwähnt bleiben können. Bei vorgenommenen neuen Vergleichungen der Dichten mit den Procentgehalten von Rohrzuckerlösungen, dabei die Dichte des Wassers gleich 1000 gesetzt, erhielt man nämlich als Resultate:

Rohrzucker in 1000 Gewichtstheilen	Dichte	Rohrzucker in 1000 Gewichtstheilen	Dichte
25	1010·1	150	1061·8
50	1020·2	175	1072·9
75	1030·2	200	1083·8
100	1040·6	225	1095·2
125	1051·0	250	1106·7

Leider ist in der Abhandlung die Normaltemperatur nicht ausdrücklich genannt, bei welcher diese und die noch anderen vorgenommenen Dichtenbestimmungen ausgeführt wurden; allein es unterliegt kaum einem Zweifel, dass als solche, die in England zu ähnlichen Vergleichungen fast allgemein gebräuchliche, von 60° Fahrenheit gleich 15·5° C. gewählt ist. Reducirt man nun nach der bereits früher gegebenen Weise, die Angaben dieser Tabelle auf ganze Zuckerprocente und auf die Normaltemperatur 15° C., dabei die Dichte des Wassers gleich der Einheit gesetzt, so hat man:

Rohrzucker-Procente	Dichte	Rohrzucker-Procente	Dichte
2	1·0080	15	1·0616
5	1·0201	17	1·0704
7	1·0281	20	1·0838
10	1·0405	22	1·0929
12	1·0487	25	1·1068

Wie man sieht, stimmen die Dichten dieser Tabelle mit denen Balling's und Steinheil's, welche gleichen Procentgehalten entsprechen nahezu, da die grössten Differenzen nur 0·0006 der Dichte betragen.

[1]) Report upon „Original-Gravities (Fermentation of Beer) by Professors Graham, Hofmann and Redwood. gr. 8°. London 1852.

Bereits früher suchte ich es wahrscheinlich zu machen, dass Lösungen von Rohr- und Stärkezucker bei gleichem Procentgehalte unmöglich gleiche Dichten besitzen können. Dies ist nun durch die, im betreffenden „Report" enthaltenen Resultate, welche die folgende Tabelle gibt, vollkommen erwiesen. Die Tafel enthält in den zwei Columnen die Dichte von Stärkezuckerlösungen, welche gleiche Mengen Kohlenstoff enthalten wie Rohrzuckerlösungen, von in den ersten Columnen angeführten Procentgehalten.

Rohrzucker in 1000 Theilen der Lösung	Dichte der Stärkezucker-lösung	Rohrzucker in 1000 Theilen der Lösung	Dichte der Stärkezucker-lösung
25	1010·4	150	1064·9
50	1020·8	175	1076·0
75	1031·3	200	1087·8
100	1042·4	225	1099·4
125	1053·5	250	1111·4

Führt man der leichteren Vergleichung halber, die Dichten dieser Tabelle auf die, ganzen Procenten von Stärkezucker (C_{12} H_{12} O_{12}) entsprechenden zurück, und reducirt zugleich auf das Normale von 15° C. dabei die Dichte des Wassers gleich der Einheit, unter der Annahme, dass die Änderungen an Dichte in Stärkezuckerlösungen durch Temperaturverschiedenheit hervorgebracht, gleich denen von Rohrzuckerlösungen seien, was gewiss auch nahezu der Fall ist, so wird:

Procente an Stärkezucker	Dichten bei 15° C.	Procente an Stärkezucker	Dichten bei 15° C.
2	1·0072	15	1·0616
5	1·0200	17	1·0693
7	1·0275	20	1·0831
10	1·0406	22	1·0909
12	1·0480	25	1·1021

Es erscheinen sonach bei Stärkezucker die gleichen Rohrzuckerprocenten entsprechenden Dichten durchgängig kleiner, und zwar beträgt der Unterschied bei 25 Procenten bereits 0·0046. Wollte man daher ein, für reine Stärkezucker-Lösungen geltendes, genaues Sacharometer verfertigen, so müsste dessen Scale nach der letztgegebenen Tabelle construirt werden. Für den Gebrauch in den Branntweinbrennereien, Bierbrauereien, Hefenfabriken etc., erscheint

jedoch die Einführung eines nur für reine Stärkezucker-Lösungen geltenden Instrumentes unzweckmässig. Denn man hat es hier gerade mit unreinen Zuckerlösungen zu thun, welche Caramel, Amidulin, Dextrin und andere Pflanzen-Extractivstoffe enthalten, von denen Graham, Hofmann und Redwood zeigten, dass sie eine grössere Dichte als Stärkezucker, ja selbst Rohrzucker besitzen. Die kleineren Angaben bedingt von dem Stärkezucker, werden also durch die grösseren des Caramels, Dextrins etc. derart ausgeglichen, dass man für die Praxis annehmen kann, ein für Rohrzucker-Lösungen bestimmtes Sacharometer, sei mit aller, der Natur der Sache erreichbaren Genauigkeit, auch zur Bestimmung des Extractgehaltes der im Grossen erzeugten Stärke-Zuckerlösungen brauchbar.
